

EP03/50743

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 04 DEC 2003

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 51 413.5
Anmeldetag: 01. November 2002
Anmelder/Inhaber: Sandvik AB, Sandviken/SE
Bezeichnung: Verwendung eines korrosionsbeständigen,
martensitisch aushärtenden Stahls
IPC: C 22 C, B 23 B, B 23 C

Best Available Copy

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 06. November 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag



Kehle

Dr. Dieter Weber *Dipl.-Chem.*

Klaus Seiffert *Dipl.-Phys.*

Dr. Winfried Lieke *Dipl.-Phys.*

Dr. Roland Weber *Dipl.-Chem.*

Weber, Seiffert, Lieke · Patentanwälte · Postfach 6145 · 65051 Wiesbaden

Deutsches Patent- und Markenamt
Zweibrückenstr. 12

80331 München

Patentanwälte
European Patent Attorneys

Taunusstraße 5a
65183 Wiesbaden
Postfach 6145 · 65051 Wiesbaden
Telefon 06 11 / 99 174-0
Telefax 06 11 / 99 174-50
E-Mail: mail@WSL-Patent.de

Datum: 31. Oktober 2002
RW/RW

Unsere Akte: #SANDVI 102-05-DE

Sandvik AB, 81181 Sandviken, Schweden

Verwendung eines korrosionsbeständigen, martensitisch aushärtenden Stahls

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft eine neue Verwendung von ausscheidungshärtbaren, martensitischen, rostfreien Stählen zur Herstellung von Rotationswerkzeugen für Anwendungen mit hohen Anforderungen an eine Kombination von hoher Härte und Duktilität sowie Korrosionsbeständigkeit, wie Bohr-, Fräs-, Schleif- und Schneidwerkzeugen.

Hintergrund und technische Problemstellung

Ausscheidungshärtbare, martensitische, rostfreie Stähle sind aus der WO 93/07303 bekannt. Darin wird eine Zusammensetzung eines rostfreien Stahls beschrieben, der eine sehr hohe Festigkeit bei gleichzeitig guter Duktilität aufweist. Dieser Stahl wird als besonders geeignet für die Herstellung von Injektionskanülen, zahnärztlichen Instrumenten und medizinischen Instrumenten auf der Grundlage von aus der genannten Stahlsorte hergestelltem Draht- und Bandmaterial beschrieben. Aufgrund der hohen Härte des Stahls musste die weitere Bearbeitung auf ein Minimum beschränkt werden.

In der WO 01/14601 A1 wird ein Verfahren zur Herstellung von Teilen mit komplizierter Geometrie durch eine Reihe von Verfahrensschritten, einschließlich Ausscheidungshärtung, Tempern, Abschrecken und Härten beschrieben, dessen Ergebnis eine homogene Härte von mindestens 450 HV

Postgiro: Frankfurt/M 6763-602
Bank: Dresdner Bank AG, Wiesbaden
Konto 27 680 700 (BLZ 510 800 60)

ist. Es wird beispielhaft erwähnt, dass ein ausscheidungshärtbarer, martensitischer, rostfreier Stahl zur Herstellung von medizinischen Instrumenten nach dem darin spezifizierten Prozess verwendet werden kann. Das Problem der Bearbeitbarkeit wurde in diesem Fall mit Hilfe des speziellen Herstellungsverfahrens gelöst, kann jedoch nicht auf Werkzeuge, speziell rotierende Werkzeuge mit komplizierter Geometrie angewendet werden kann.

Für die Verwendung eines Stahls zur Herstellung von maschinell getriebenen Rotationswerkzeugen, insbesondere von Rotationswerkzeugen für medizinische, speziell dentale und chirurgische Anwendungen, sollten eine Reihe von Randbedingungen erfüllt sein.

Bohrer, Fräs-, Schleif- und Schneidwerkzeuge haben je nach Verwendungszweck sehr geringe Durchmesser, die unter 1 mm liegen können. Dennoch besitzen sie eine im Verhältnis zum Durchmesser große Länge, um eine bestimmte Arbeitstiefe zu ermöglichen, die noch einmal verlängert wird um den Abschnitt, der für die Aufnahme des Werkzeuges im Werkzeughalter bzw. Futter vorgesehen ist. Aufgrund dieses extremen Längen/Durchmesser-Verhältnisses und der daraus resultierenden ungünstigen Momentverteilung sind solche Werkzeuge sehr empfindlich gegenüber den im praktischen Gebrauch anliegenden Biegebelastungen. Bereits ein leichtes, mit bloßem Auge kaum feststellbares Verbiegen des Bohrers kann dazu führen, dass er beim nächsten Ansetzen durch den Operateur oder dem nächsten Gebrauch allgemein unrund läuft und unwuchtig ist. Aufgrund der häufig sehr hohen Rotationsgeschwindigkeiten führt dies in der Praxis dazu, dass die Bohrer während des Betriebes abbrechen. Dies bedeutet nicht nur, dass die Bohrer eine kurze Lebensdauer haben und aus Sicherheitsgründen häufig ausgetauscht werden müssen, sondern auch eine erhebliche Verletzungsgefahr für Operateur, Patient und umstehende Personen, die von herumfliegenden Werkzeugteilen getroffen werden können, sowie einen erheblichen Kostenfaktor.

Nach dem Medizinprodukte-Gesetz werden speziell Werkzeuge mit kleinen Abmessungen von den Herstellern als Einwegprodukte deklariert, was für den Anwender einen zusätzlichen Kostenaufwand darstellt. Nach dem einmaligen Gebrauch der Werkzeuge ist eine zweite Verwendung nicht mehr zulässig, und der Anwender muss ein neues Werkzeug einsetzen, was zu unverhältnismäßig hohen Kosten führt.

Es besteht daher ein dringender Bedarf nach maschinell getriebenen Rotationswerkzeugen für den mehrmaligen Gebrauch, insbesondere dentalen und chirurgischen Bohr-, Fräs-, Schleif- und Schneidwerkzeugen mit und ohne definierte Schneide, die eine sehr hohe Härte besitzen, korrosionsbeständig und gleichzeitig auch gegenüber bekannten Werkzeugen bzw. Instrumenten bruchsfest sind. Neben Härte und Bruchfestigkeit ist die gleichzeitige Korrosionsbeständigkeit von entscheidender Bedeutung. Gerade dentale und chirurgische Instrumente werden nach jedem Gebrauch sterilisiert und dabei stark korrodierenden Bedingungen (Temperatur, Feuchtigkeit, orga-

nische und andere Lösungsmittel etc.) ausgesetzt. Hinzu kommen die korrosiven Medien beim Gebrauch, wie z. B. Blut und andere Körperflüssigkeiten. Werden solche dentalen und chirurgischen Instrumente durch Korrosion beschädigt bzw. angegriffen, besteht die Gefahr, dass Patienten mit den Korrosionsrückständen kontaminiert werden und gefährlichen postoperativen Komplikationen ausgesetzt werden.

Es besteht daher ein dringender Bedarf nach stabilen, korrosionsbeständigen und biokompatiblen maschinell getriebenen Rotationswerkzeugen, wie Bohr-, Fräs-, Schleif- und Schneidwerkzeugen, die gleichzeitig hohe Festigkeitswerte, verbunden mit guten Duktilitätseigenschaften bieten.

Derzeit wird eine Reihe gut bekannter und gut untersuchter Legierungstypen zum Formen und Herstellen solcher Werkzeuge und Instrumente verwendet. Einige dieser Legierungen sind martensitische nicht rostende Stähle, austenitische nicht rostende Stähle und ausscheidungshärtbare nicht rostende Stähle. Jede dieser bekannten Legierungen weist eine Reihe von guten Materialeigenschaften auf, wie Korrosionsbeständigkeit, Festigkeit, Formbarkeit und/oder Duktilität, doch hat jede Legierung auch Nachteile und kann bestimmten Produktanforderungen nicht entsprechen. Aus der Praxis sind komplexe Probleme und Nachteile von derzeit auf dem Markt erhältlichen Rotationswerkzeugen bekannt. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Zusammensetzungen einiger häufig verwendeter Stähle.

| Legierung | C | Si | Mn | S | Cr | Ni | Mo | Cu | Ti | N | P |
|---------------|---------------|-------|------|--------|---------------|------|-------------|-------|-----|------|--------|
| AISI 420 | 0,360 | 0,15 | 0,30 | <0,020 | 13,5 | <0,3 | | | | | |
| AISI 420 F | 0,220 | 0,58 | 1,58 | 0,175 | 13,0 | 0,80 | 1,2 | | | | |
| AISI 304 | 0,060 | 0,66 | 1,22 | 0,002 | 18,6 | 8,60 | 0,2 | | | | |
| ISO 5832-1-D | <0,03 | <1,0 | <2,0 | <0,01 | 17,5 | 14,0 | 2,8 | <0,5 | | <0,1 | <0,025 |
| ISO 5832-9 | 0,080 | <0,75 | 3,60 | <0,01 | 20,5 | 10,0 | 2,5 | <0,25 | | 0,4 | <0,025 |
| Carpenter 455 | 0,006 | 0,07 | 0,03 | 0,004 | 11,40 | 8,30 | <0,1 | 2,2 | 1,2 | | |
| C455 (V) | 0,004 | 0,04 | 0,15 | 0,002 | 11,80 | 9,10 | <0,1 | 2,0 | 1,6 | | |
| 1.4108 | 0,310 | 0,68 | 0,41 | 0,002 | 15,54 | 0,16 | 0,97 | | | 0,41 | 0,017 |
| 1.4112 | 0,85- 0,95 | <1,0 | <1,0 | 0,030 | 17,0- 19,0 | | 0,9- 1,3 | | | | 0,040 |

Tabelle 1: Zusammensetzungen verschiedener bekannter Stähle in Gew.-%; Rest Eisen

Martensitische, nicht rostende Stähle, z. B. die Qualitäten AISI 420, können eine hohe Festigkeit bieten, doch nicht in Kombination mit Duktilität. Austenitische nicht rostende Stähle, z. B. die Reihe AISI 300, können gute Korrosionsbeständigkeit in Verbindung mit hoher Festigkeit und für einige Anwendungen annehmbarer Duktilität bieten, doch ist, um die hohe Festigkeit zu erreichen, eine

starke Kaltreduktion erforderlich, und dies bedeutet, dass auch das halbfertige Produkt eine sehr hohe Festigkeit haben muss, was wiederum eine schlechte Formbarkeit zur Folge hat. Für die Gruppe der ausscheidungshärtbaren, nicht rostenden Stähle, gibt es zahlreiche unterschiedliche Qualitäten mit unterschiedlichen Eigenschaften. Sie haben jedoch einige Gemeinsamkeiten, beispielsweise werden die meisten von ihnen in einem Einweg- oder üblicher in einem Zweiwegverfahren in Vakuum geschmolzen, wobei die zweite Stufe ein Aufschmelzen unter Vakuum ist. Außerdem ist eine große Menge, d. h. > 1,5 Gewichts-% von ausscheidungsbildenden Elementen, wie Aluminium, Niob, Tantal und Titan, erforderlich, oftmals auch als Kombination dieser Elemente. Eine große Menge ist günstig für die Festigkeit, vermindert aber die Duktilität und die Formbarkeit. Eine solche Qualität findet sich z. B. in der US-Patentschrift 3 408 871. Diese Qualität bietet eine annehmbare Duktilität im Fertigprodukt in Verbindung mit einer Festigkeit von nur etwa 2.000 N/mm². Sie kann auch während der Herstellung von halbfertigen Produkten Nachteile haben, z. B. ist dieser Stahl empfindlich für Rissbildung im geglühten Zustand.

Beschreibung der Erfindung

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung bestand in der Überwindung der vorgenannten Probleme und Nachteile des Standes der Technik.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die Verwendung eines ausscheidungshärtbaren, martensitischen, nicht rostenden Chrom-Nickel-Stahls mit folgender Zusammensetzung (in Gewichts-%):

| | |
|------------------------------------|-------------------------------|
| Chrom | 10 bis 14 |
| Nickel | 7 bis 11 |
| Molybdän | 0,5 bis 6 |
| Kupfer | 0,5 bis 4 |
| Aluminium | 0,05 bis 0,55 |
| Titan | 0,4 bis 1,4 |
| Kohlenstoff + Stickstoff | bis zu 0,3 |
| Schwefel | weniger als 0,05 |
| Phosphor | weniger als 0,05 |
| Mangan | bis zu 0,5 |
| Silizium | bis zu 0,5 |
| Tantal, Niob, Vanadium und Wolfram | jeweils bis zu 0,2 |
| Kobalt | gegebenenfalls bis zu 9,0 |
| Bor | gegebenenfalls 0,0001 bis 0,1 |

wobei der Rest aus Eisen und üblichen Verunreinigungen besteht,
zur Herstellung von maschinell getriebenen Rotationswerkzeugen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß weiterhin durch die Bereitstellung von maschinell getriebenen Rotationswerkzeugen gelöst, die aus ausscheidungshärtbarem, martensitischem, nicht rostenden Chrom-Nickel-Stahl mit der vorgenannten Zusammensetzung hergestellt sind.

5 Erfindungsgemäße Rotationswerkzeuge sind vorzugsweise Bohr-, Fräs-, Schleif- und Schneidwerkzeuge mit oder ohne geometrisch definierte Schneiden, besonders bevorzugt maschinell getriebenen spanende Rotationswerkzeuge gemäß DIN 8580. Solch ein Werkzeug besteht in der Regel aus einem Schaft, einem spanabhebenden Werkzeugkopf und einem Befestigungsteil. Das Werkzeug wird axial und/oder transversal bewegt. Ein überraschender, von der Erfindung erfasster Effekt ist, dass erfindungsgemäß verwendeter ausscheidungshärtbarer, martensitischer, rostfreier Stahl in solchen Anwendungen von Vorteil ist, in denen die Kombination von hoher Bruch- und Biegefestigkeit mit Härte- und Korrosionseigenschaften eine entscheidende Rolle spielt.

15 In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Rotationswerkzeuge medizinische Werkzeuge und Instrumente, insbesondere für die dentale und chirurgische Anwendung.

Ein weiterer überraschender, von der Erfindung erfasster Effekt betrifft die vorteilhafte Kombination von guter biologischer Verträglichkeit des erfindungsgemäß verwendeten ausscheidungshärtbaren, martensitischen, nicht rostenden Stahls mit guten Korrosionseigenschaften, hoher Duktilität und ausgezeichnet hoher Festigkeit von etwa 2.500 bis 3.000 N/mm². Diese Kombination erlaubt die vorteilhafte Nutzung dieses Stahls in medizinischen Anwendungen, in denen das Material für einen kürzeren oder längeren Zeitraum im Körper des Patienten verbleibt.

25 Eine erfindungsgemäß besonders geeignete Stahlzusammensetzung enthält beispielsweise 12,0 Gew.-% Chrom, 9,1 Gew.-% Nickel, 4,0 Gew.-% Molybdän, 2,0 Gew.-% Kupfer, 0,9 Gew.-% Titan, 0,35 Gew.-% Aluminium, <0,012 Gew.-% Kohlenstoff und <0,012 Gew.-% Stickstoff.

Beschreibung der erfindungsgemässen Eigenschaften

30 Zugfestigkeit, Bruchdehnung und Härte wurden an ausgehärteten Vollmaterialwerkstücken gleicher Geometrie aus dem erfindungsgemäß verwendeten Stahl und zwei anderen derzeit für Rotationswerkzeuge eingesetzten Stählen getestet.

Bei dem getesteten erfindungsgemäßen Stahl handelt es sich um eine Zusammensetzung gemäß dem in Tabelle 2 angegebenen Werkstoff 766685. Weitere Ausführungsbeispiele gehen aus Tabelle 35 2 hervor.

| Werkstoff | C | Si | Mn | P | S | Cr | Ni | Mo | Ti | Cu | Al |
|-----------|-------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| 766685 | 0,008 | 0,12 | 0,18 | 0,009 | 0,001 | 12,19 | 9,16 | 3,99 | 1,08 | 1,99 | 0,33 |
| 766757 | 0,01 | 0,13 | 0,27 | 0,011 | 0,001 | 11,85 | 9,0 | 3,95 | 0,97 | 1,96 | 0,33 |
| 451234 | 0,004 | 0,22 | 0,25 | 0,015 | 0,001 | 11,85 | 9,14 | 3,99 | 0,86 | 1,95 | 0,36 |
| 769228 | 0,008 | 0,11 | 0,21 | 0,006 | 0,001 | 12,05 | 9,15 | 3,96 | 0,90 | 1,99 | 0,34 |
| 768276 | 0,009 | 0,09 | 0,19 | 0,01 | 0,002 | 12,15 | 9,02 | 3,99 | 0,9 | 1,99 | 0,30 |
| 769014 | 0,008 | 0,08 | 0,25 | 0,01 | 0,001 | 11,99 | 9,12 | 4,07 | 0,82 | 1,99 | 0,37 |

Tabelle 2: Beispiele für erfindungsgemäße Stahlzusammensetzungen

- 10 Als Vergleichsstähle wurden die Qualitäten 1.4112 und 1.4108 verwendet, deren Zusammensetzungen in Tabelle 1 angegeben sind. Die untersuchten Proben waren Vollmaterialstangen mit kreisförmigem Querschnitt und einem Durchmesser von 4,5 mm. Alle getesteten Proben waren ausscheidungsgehärtet. Die Aushärtung des erfindungsgemäßen Stahls erfolgte bei 475°C für 4 Stunden. Die Aushärtung der Qualitäten 1.4112 und 1.4108 erfolgte nach den für diese Stähle vorgeschriebenen Aushärtungsverfahren bei 1000°C für 40-60 Minuten im Vakuum. Anschließend wurden beide Qualitäten in Stickstoff auf minus 50°C abgekühlt. Der Werkstoff 1.4108 wurde noch zusätzlich bei 160°C für 2 Stunden angelassen. Die beschriebenen Verfahren für die Herstellung und Bearbeitung der Referenzmaterialien ergeben die höchstmöglichen Werte für Härte und Duktilität.
- 15 Die Aushärtung der jeweiligen Materialien wurde so durchgeführt, dass für alle getesteten Materialien eine vergleichbare Materialhärte erzielt wurde. Es wurden jeweils vier Proben eines Materials getestet. Die Ergebnisse des nach DIN EN 10002-1 durchgeführten Zugversuchs sind in der nachfolgenden Tabelle 3 zusammengefasst.

| Werkstoff | Zugfestigkeit [MPa] | Bruchdehnung [%] | Rockwell C-Härte |
|-----------|---------------------|------------------|------------------|
| 766685 | 1935 | 9,1 | 52/53 |
| 766685 | 1938 | 9,1 | 52/53 |
| 766685 | 1941 | 9,1 | 52/53 |
| 766685 | 1946 | 9,1 | 52/53 |
| 1.4112 | 1989 | <2 | 54/55 |
| 1.4112 | 1981 | <2 | 54/55 |
| 1.4112 | 1987 | <2 | 54/55 |
| 1.4112 | 2000 | <2 | 54/55 |
| 1.4108 | 1323 | <2 | 54/55 |
| 1.4108 | 1263 | <2 | 54/55 |
| 1.4108 | 1153 | <2 | 54/55 |
| 1.4108 | 1312 | <2 | 54/55 |

Tabelle 3: Versuchsergebnisse, Zugversuch nach DIN EN 10002-1

5 Eine Untersuchung der Bruchstellen der getesteten Werkstoffe zeigte deutlich, dass der erfindungs-
gemäße Stahl ein äußerst zähes Bruchverhalten aufwies. Die Bruchflächen hatten die Form eines
sogenannten Trichterbruchs. Demgegenüber zeigten die Werkstoffe 1.4112 und 1.4108 sogenannte
Spaltbrüche mit einem nahezu 100%-igen Spröbruchanteil. Das gute Bruchdehnungsverhalten der
10 Proben aus dem erfindungsgemäßen Stahl geht einher mit einer hohen Biegsamkeit, ohne dass das
Material bricht. Die Proben können ohne Bruch mehrfach gebogen werden. Demgegenüber zerbra-
chen die Proben aus den Werkstoffen 1.4112 und 1.4108 beim ersten Verbiegen. Die anhängende
Figur 2 zeigt bei (A) die Bruchfläche des Vergleichswerkstoffes 1.4108 und bei (B) den unter glei-
chen Versuchsbedingungen gebogenen erfindungsgemäßen Werkstoff.

15 Es hat sich überraschend gezeigt, dass die Verwendung der erfindungsgemäß eingesetzten Stahl-
sorte zur Herstellung von maschinell getriebenen Rotationswerkzeugen, wie Bohr-, Fräs-, Schleif-
und Schneidwerkzeugen mit und ohne definierter Schneide insbesondere in dentalen und chirurgi-
schen Anwendungen besondere Vorteile aufgrund des hervorragenden Bruchdehnungsverhaltens
der Stahlqualität gegenüber bisher verwendeten Stählen bietet. Bei den bisher verwendeten Stählen
20 standen insbesondere Härte und Korrosionsfestigkeit, sowie je nach Anwendung auch Biokompatibi-
lität im Vordergrund. Hinsichtlich der Bruchfestigkeit wurde bei bisher bekannten Stählen ein Kom-
promiss in Kauf genommen. Durch die erfindungsgemäße Verwendung des vorliegenden Stahls zur
Herstellung von maschinell getriebenen Rotationswerkzeugen, wie Bohr-, Fräs-, Schleif- und
Schneidwerkzeugen mit und ohne definierte Schneide konnten nun auch die Nachteile aus dem
25 Bruchverhalten der bisher auf dem Markt erhältlichen Produkte überwunden werden. Die erfin-

5 dungsgemäß hergestellten Werkzeuge vereinen Härte, höchste Korrosionsbeständigkeit, gute Biokompatibilität und hervorragende Bruchfestigkeit in den hergestellten Produkten. Die Produkte bleiben auch beim Verbiegen bruchstark und können, wie zum Beispiel in der plastischen Chirurgie, mehrfach gebogen werden, ohne ihre hervorragenden Materialeigenschaften einzubüßen. Darüber hinaus sind die erfindungsgemäß verwendeten Stahlqualitäten gut zerspanbar und in gehärtetem Zustand gut fräsbearbeitbar, was Vorteile bei der Herstellung der Produkte liefert. Ein weiterer Vorteil der Verwendung des erfindungsgemäß eingesetzten Stahls zur Herstellung von Rotationswerkzeugen ist die verhältnismäßig niedrige Härtungstemperatur im Bereich von 425 bis 525°C, wodurch sich erhebliche Energiekosten bei der Herstellung einsparen lassen.

10 Wenn Werkzeuge zum mehrmaligen Gebrauch zugelassen werden, so müssen sie während der Sterilisierung besonders hohe Anforderungen an die Korrosionsbeständigkeit des Stahles erfüllen. Erfindungsgemäße Werkzeuge wurden gemäß DIN 1662 auf ihre Korrosionsbeständigkeit getestet. Die in DIN 1662 definierten Versuchsbedingungen wurden dann auf die in Tabelle 4 aufgeführten Desinfektionslösungen übertragen und Werkzeuge anschließend optisch auf Korrosionsspuren untersucht. Aus Tabelle 4 gehen weiterhin die Bewertungen der optischen Begutachtung hervor. Die Tests wurden an Werkzeugen mit verschiedenem Oberflächenfinish, d.h. geschliffen, geätzt, elektrolysiert und glasperlen- oder sandgestrahlt, durchgeführt. Da im medizinischen Bereich besondere Vorschriften zur Kennzeichnung der Werkzeuge gelten, um Fehlern bei der Anwendung vorzubeugen, wurde besonderes Augenmerk auf die Laserkennzeichnung derselben gelegt. Sowohl die Wärmeeinwirkung als auch die Bereiche, die stärker mechanisch bearbeitet wurden, wie z.B. die Schnittflächen der jeweiligen Rotationswerkzeuge sind besonderen Beanspruchungen während des Gebrauchs in korrosiven Medien und bei der Sterilisation ausgesetzt. Aus der bisherigen Erfahrung mit diesen Bereichen und den oben genannten Legierungen hat sich ergeben, dass dort induzierte Fehlerstellen und Korrosionsansatzpunkte entstehen. Die durchgeführte optische Begutachtung der erfindungsgemäßen Werkzeuge nach oben beschriebenem Korrosionstest ergab keinerlei Hinweise auf Korrosion oder Materialabgang.

| Desinfektionslösung / Handelsname | Wirkstoff(e) | Optische Bewertung |
|-----------------------------------|---|------------------------|
| Sekusept Plus | Antimikrobielle Wirkstoffe, Tenside, Korrosionsinhibitoren, Phosphate, 10% Natriumperborat, 10% Tetracyclglykoluril | Keine Korrosionsspuren |
| Sekumatic FNP | Nichtionische Tenside, Phosphorsäure (über 25%), Korrosionsinhibitoren | Keine Korrosionsspuren |
| Sekumatic PRE | Unter 5% nichtionische Tenside, über 30% Phosphate, Enzyme | Keine Korrosionsspuren |
| Ringer-Lösung | Natriumchlorid, Kaliumchlorid, Calciumchlorid | Keine Korrosionsspuren |
| NaCl | | Keine Korrosionsspuren |
| H ₂ O ₂ | | Keine Korrosionsspuren |
| Neodisher FA | 15-30% Phosphate, 15-30% Natrium- und Kaliumsilikate | Keine Korrosionsspuren |
| Hypochlorid | NaClO | Keine Korrosionsspuren |

Tabelle 4: Korrosionsbeständigkeit erfindungsgemäß hergestellter Werkzeuge

- 5 Da die Korrosionsresultate den Schluss zulassen, dass das Material sowohl unter sauren als auch alkalischen Anwendungsbedingungen eine hohe Korrosionsbeständigkeit aufweist, ist davon auszugehen, dass es auch für die Anwendung als Rotationswerkzeug in keramischen Materialien, Holz, Plastikmaterialien und Stahl und unter den genannten Umweltbedingungen mit Vorteil einzusetzen ist.

10

Beschreibung der Figuren



Figur 1 zeigt eine mögliche Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in Form eines Bohrers.

Figur 2 zeigt die Bruchfläche (A) des Vergleichswerkstoffs 1.4108 und den unter gleichen Versuchsbedingungen gebogenen erfindungsgemäßen Werkstoffs (B).

15

Figur 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung in Form eines Bohrers für die chirurgische Anwendung. Das Verhältnis von Werkzeuglänge zum Durchmesser liegt in diesem Fall bei ca. 72:1. Ein Längen/Durchmesser-Verhältnis in dieser Größenordnung bringt besondere Anforderungen an die Biegesteifigkeit des verwendeten Stahles mit sich, die vom erfindungsgemäßen Stahl unter Vermeidung der oben genannten Nachteile erbracht werden.

20

Figur 2 zeigt bei (A) die im Biegetest erhaltene Bruchfläche des oben beschriebenen Werkstoffes 1.4108 und bei (B) den unter gleichen Versuchsbedingungen gebogenen erfindungsgemäßen Werkstoff.

Patentansprüche

1. Verwendung eines ausscheidungshärtbaren, martensitischen, nicht rostenden Chrom-Nickel-Stahls mit folgender Zusammensetzung (in Gewichts-%):

| | | |
|----|------------------------------------|-------------------------------|
| 5 | Chrom | 10 bis 14 |
| | Nickel | 7 bis 11 |
| | Molybdän | 0,5 bis 6 |
| | Kupfer | 0,5 bis 4 |
| | Aluminium | 0,05 bis 0,55 |
| 10 | Titan | 0,4 bis 1,4 |
| | Kohlenstoff + Stickstoff | bis zu 0,3 |
| | Schwefel | weniger als 0,05 |
| | Phosphor | weniger als 0,05 |
| | Mangan | bis zu 0,5 |
| 15 | Silizium | bis zu 0,5 |
| | Tantal, Niob, Vanadium und Wolfram | jeweils bis zu 0,2 |
| | Kobalt | gegebenenfalls bis zu 9,0 |
| | Bor | gegebenenfalls 0,0001 bis 0,1 |

wobei der Rest aus Eisen und üblichen Verunreinigungen besteht,

- 20 zur Herstellung von maschinell getriebenen Rotationswerkzeugen, vorzugsweise Bohr-, Fräs-, Schleif- und Schneidwerkzeugen.

2. Verwendung nach Anspruch 1, wobei die Rotationswerkzeuge geometrisch definierte Schneiden aufweisen.

25



3. Verwendung nach Anspruch 1, wobei die Rotationswerkzeuge nicht geometrisch definierte Schneiden aufweisen

4. Verwendung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Rotationswerkzeuge medizinische Werkzeuge und Instrumente sind.

30

5. Maschinell getriebene Rotationswerkzeuge, hergestellt aus ausscheidungshärtbarem, martensitischem, nicht rostenden Chrom-Nickel-Stahl mit folgender Zusammensetzung (in Gewichts-%):

| | | |
|----|------------------------------------|-------------------------------|
| 5 | Chrom | 10 bis 14 |
| | Nickel | 7 bis 11 |
| | Molybdän | 0,5 bis 6 |
| | Kupfer | 0,5 bis 4 |
| | Aluminium | 0,05 bis 0,55 |
| 10 | Titan | 0,4 bis 1,4 |
| | Kohlenstoff + Stickstoff | bis zu 0,3 |
| | Schwefel | weniger als 0,05 |
| | Phosphor | weniger als 0,05 |
| | Mangan | bis zu 0,5 |
| 15 | Silizium | bis zu 0,5 |
| | Tantal, Niob, Vanadium und Wolfram | jeweils bis zu 0,2 |
| | Kobalt | gegebenenfalls bis zu 9,0 |
| | Bor | gegebenenfalls 0,0001 bis 0,1 |

wobei der Rest aus Eisen und üblichen Verunreinigungen besteht.

6. Maschinell getriebene Rotationswerkzeuge nach Anspruch 5, wobei die Rotationswerkzeuge geometrisch definierte Schneiden aufweisen.

7. Maschinell getriebene Rotationswerkzeuge nach Anspruch 5, wobei die Rotationswerkzeuge nicht geometrisch definierte Schneiden aufweisen.

8. Maschinell getriebene Rotationswerkzeuge nach einem der Ansprüche 5 bis 7, wobei die Rotationswerkzeuge medizinische Werkzeuge und Instrumente sind.

Zusammenfassung

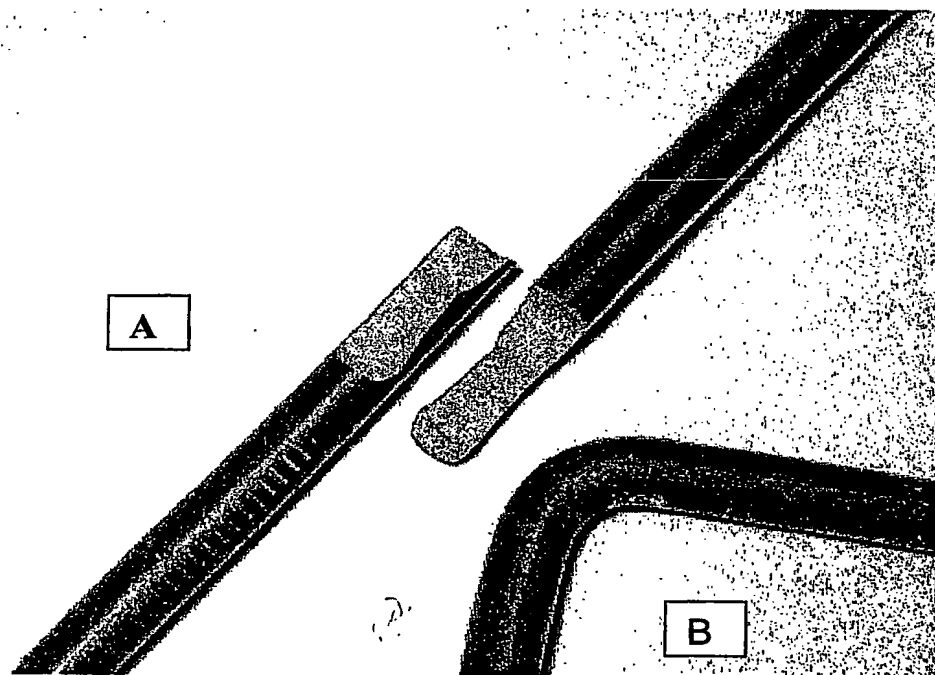
Zur Herstellung von maschinell getriebenen Rotationswerkzeugen, vorzugsweise Bohr-, Fräs-, Schleif- und Schneidwerkzeugen, die stabil, korrosionsbeständig und biokompatibel sind und gleichzeitig hohe Festigkeitswerte, verbunden mit guten Duktilitätseigenschaften aufweisen, schlägt die Erfindung die Verwendung eines ausscheidungshärtbaren, martensitischen, nicht rostenden Chrom-Nickel-Stahls mit folgender Zusammensetzung (in Gewichts-%) vor:

| | | |
|----|------------------------------------|-------------------------------|
| | Chrom | 10 bis 14 |
| | Nickel | 7 bis 11 |
| 10 | Molybdän | 0,5 bis 6 |
| | Kupfer | 0,5 bis 4 |
| | Aluminium | 0,05 bis 0,55 |
| | Titan | 0,4 bis 1,4 |
| | Kohlenstoff + Stickstoff | bis zu 0,3 |
| 15 | Schwefel | weniger als 0,05 |
| | Phosphor | weniger als 0,05 |
| | Mangan | bis zu 0,5 |
| | Silizium | bis zu 0,5 |
| | Tantal, Niob, Vanadium und Wolfram | jeweils bis zu 0,2 |
| 20 | Kobalt | gegebenenfalls bis zu 9,0 |
| | Bor | gegebenenfalls 0,0001 bis 0,1 |

wobei der Rest aus Eisen und üblichen Verunreinigungen besteht.



Figur 1



Figur 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.